

„Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego - foresight technologiczny” – podsumowanie badań

Barbara CICHY - Instytut Nawozów Sztucznych Oddział Chemii Nieorganicznej „IChN” w Gliwicach

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 3, 215-218

Wprowadzenie

Potrzeba poszukiwania sposobów określania potencjalnych przebiegów przyszłości doprowadziła w latach 60. XX w. do powstania nowej metodyki prognozowania. Umocnienie tych poszukiwań, idące w kierunku opracowania uniwersalnej metody badania przyszłości, odpornej w jak największym stopniu na nieprzewidywalne zakłócenia, nastąpiło po opublikowaniu katastroficznych Raportów dla Rady Klubu Rzymskiego. W obliczu utraty zaufania do prognozowania opartego przede wszystkim na znanych ówczesnie metodach statystycznych, znaczenia nabrało sukcesywnie ulepszane, elastyczne podejście do badania i tworzenia holistycznej wizji przyszłości, nazywane w literaturze procesem *foresight*. Zgodnie z poglądem większości badaczy, foresight jest w większym stopniu procesem strategicznego myślenia niż strategicznego planowania będącego jego następstwem. Foresight powinien być rozumiany jako partycypacyjny, systematyczny, sposób docierania do informacji w celu budowania średnio- lub długookresowej wizji rozwojowej, jej wielowymiarowych kierunków i priorytetów na podstawie bieżącego stanu nauki, technologii, gospodarki i świadomości społecznej oraz ich wzajemnych powiązań. To także stworzenie języka debaty społecznej oraz kultury budowania wizji myślenia o przyszłości w celu koordynacji działań dla rozwoju nowoczesnej gospodarki i dla poprawy jakości życia [1].

Foresight technologiczny zdefiniować można zatem jako systematyczny proces generowania alternatywnych właściwości znanych obecnie i pojawiających się w przyszłości technologii, ścieżek ich ewolucji i potencjalnego oddziaływania tych technologii na zmiany społeczno-gospodarcze w przyszłości. Proces foresight oparty zarówno na analizie jakościowej jak i ilościowej, ma charakter aktywny: sprawdza, jakie decyzje i czynniki zewnętrzne mogą prowadzić do określonych następstw, i jakie opcje wyboru działania doprowadzą do alternatywnych scenariuszy rozwoju przyszłości [1].

Polski przemysł nieorganiczny i nawozowy produkuje przede wszystkim bazowe chemikalia i nawozy mineralne. Korzysta przy tym z naturalnych zasobów mineralnych, z których wykorzystuje przydatne składniki, pozostawiając nieprzydatne jako odpady. Zapotrzebowanie na produkty chemiczne rośnie wraz ze wzrostem zamożności społeczeństw. Produkty nieorganiczne, chociaż mniej znane konsumentom, stanowią niezbędną bazę surowcową dla budownictwa, rolnictwa i wielu innych przemysłów przetwórczych. Zrównoważone wykorzystanie zasobów w długim horyzoncie czasowym wymaga zapewnienia bezpieczeństwa dostaw surowców mineralnych, ale także ochrony ekosystemów. Równocześnie ważne jest utrzymanie zdolności środowiska do pochłaniania emisji i zanieczyszczeń. Dla zapobiegania powstawaniu odpadów zgodnie z polityką Unii Europejskiej należy: zredukować emisję, ograniczyć obecność niebezpiecznych substancji w strumieniach materiałów i ich rozpraszanie, poprawić efektywność wykorzystania zasobów naturalnych. Wytworzone przez przemysł nieorganiczny odpady stałe może nie są najgroźniejsze spośród emisji przemysłowych, ale pozostawione w środowisku naturalnym na długo w postaci składowisk, są łatwo zauważalnym przez społeczeństwa lokalne negatywnym skutkiem działalności przemysłu chemicznego. Gospodarka tymi odpadami jest ważnym zagadnieniem

dla firm chemicznych, administracji państwowych i samorządowych różnych szczebli oraz dla społeczności lokalnych. Wśród licznych zrealizowanych dotąd w Polsce projektów foresight, tematyka przemysłu nieorganicznego i gospodarka odpadami nieorganicznymi nie była dotąd przedmiotem badań.

Zdefiniowane obszary badawcze

Cel i temat projektu definiują niezbędne obszary badań. Są to:

- Rozeznanie ilości i jakości odpadów nieorganicznych wytwarzanych w Polsce oraz gospodarki tymi odpadami
- Zidentyfikowanie technologii generujących główne odpady nieorganiczne; analiza trendów rozwoju w obszarze technologicznym
- Analiza przemysłu chemicznego od strony środowiska z uwzględnieniem losu odpadów nieorganicznych w środowisku
- Przepisy ochrony środowiska obecne i zapowiadane przez Komisję Europejską wpływające na gospodarkę odpadami przemysłowymi
- Kondycja przemysłu chemicznego i jego potencjał modernizacyjny
- Technologie wykorzystywane w procesach odzysku surowców z odpadów i ich potencjał oraz rozwój
- Społeczna akceptacja dla przemysłu przez środowiska lokalne, analiza trendów
- Badania i rozwój w kierunku zmniejszenia oddziaływania przemysłu chemicznego (w tym nieorganicznego) i jego produktów, na środowisko.

Przy analizie powyżej wymienionych problemów szczegółowych nie należało zapomnieć o czynnikach makroekonomicznych oraz o globalnych i europejskich strategiach ekologicznych. Poniżej przedstawiono zrealizowane w ramach Projektu badania.

Inwentaryzacja odpadów i analiza gospodarki odpadami nieorganicznymi w Polsce

Według danych z raportów wojewódzkich w latach 2004-2010 wytworzono 21 202,62 tys. t wszystkich odpadów nieorganicznych. Inwentaryzację prowadzono dla grupy odpadów o kodzie 06, tzn. „odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii nieorganicznej” [2]. W tej ilości największy udział mają odpady o kodach 06 09 81 (fosfogipsy wymieszane z żużłami, popiołami paleniskowymi, i pyłami z kotłów (z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04)) i 06 09 80 (fosfogipsy). Odpad 06 09 81 stanowiący 70-80% całkowitej ilości raportowanych odpadów grupy 06 w całości trafia na składowiska, a właściwie na jedno składowisko: „Białą Górę” należącą do Z.Ch. „Police” SA. Natomiast czysty fosfogips z procesu otrzymywania kwasu fosforowego sporadycznie podlegał odzyskowi; pozostałe ilości trafiły na dwa obecnie już zamknięte składowiska: Wiślinki należące do firmy GZNF „Fosfory”, czynne do 2010 r., eksploatowane intensywnie do 2009 r. oraz na składowisko w Wizowie. W pozostałej ilości odpadów nieorganicznych największy udział miały następujących rodzaje odpadów:

- 06 05 03 (Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków inne niż wymienione w 06 05 02) 11%
- 06 11 83 (Odpadowy siarczan żelaza) 4%
- 06 01 01* (Kwas siarkowy i siarkawy) 4%.

W okresie tym (2004-2010) wytworzono 1 096,84 tys. t odpadów nieorganicznych klasyfikowanych jako niebezpieczne, co stanowi 4% wszystkich wytworzonych odpadów tej grupy. W tej ilości największy udział (85%) miał odpad: 06 01 01* (Kwas siarkowy i siarkawy).

Odpady nieorganiczne były poddawane procesom odzysku na poziomie 14-23% odpadów wytworzonych w tym samym roku oraz procesom unieszkodliwiania na poziomie około 80% ilości wytworzonej. Wśród procesów odzysku dominował proces R14, czyli „inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub części”, a wśród procesów unieszkodliwiania proces D5, czyli „unieszkodliwienie przez składowanie”[2]. Z grupy odpadów 06 wytwarzanych przez przemysł w największych ilościach największy stopień odzysku zanotowano dla odpadowego siarczanu żelaza (odpad 06 11 83). Odpad ten powstaje w Polsce tylko w Z.Ch. „Police” SA przy produkcji bieli tytanowej.

W latach 2004-2010 unieszkodliwianiu przez składowanie poddano 16 216,46 tys. t odpadów nieorganicznych, co stanowiło 76% odpadów wytworzonych w tych latach.

Kluczowe technologie wytwarzające odpady nieorganiczne – desk research

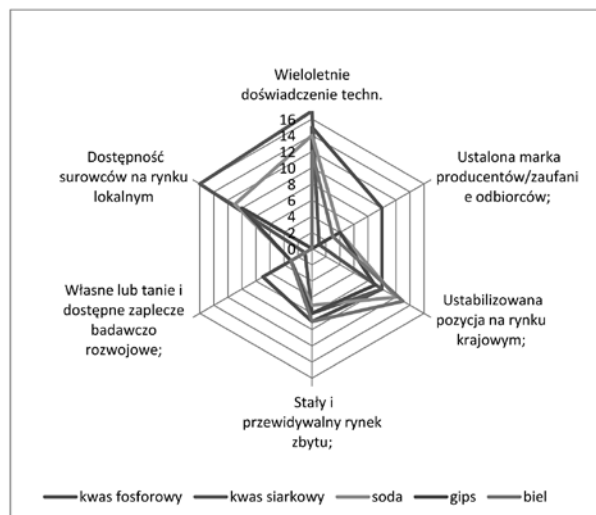
Produkty chemii nieorganicznej wytwarzane są z surowców naturalnych, zawierających zanieczyszczenia, które w procesie produkcyjnym muszą być usuwane, w wyniku czego powstają strumienie o znaczących odpadach, które w zależności od możliwości wykorzystania są produktami zbywalnymi (produkty uboczne) lub odpadami. Zawierają one głównie inertny materiał zawarty w strumieniach surowców i zanieczyszczenia surowców. Główne strumienie odpadów nieorganicznych w Polsce pochodzą z następujących technologii: kwasu fosforowego ekstrakcyjnego, kwasu siarkowego, sody amoniakalnej, bieli tytanowej, mokrego odsiarczania spalin z wytworzeniem gipsu. Stosowane w Polsce technologie są zgodne z aktualnymi wymogami BAT, a branża chemiczna spełnia wymagania obowiązującego ustawodawstwa. Techniki pozwalające ograniczać wielkość odpadów oraz stabilizować bądź utylizować te odpady w sposób ograniczający ich negatywny wpływ na środowisko są stosowane zgodnie z obowiązującym ustawodawstwem. Jednak w horyzoncie czasowym do 2030 r. konieczne będą wzmożone działania prowadzące do ograniczenia negatywnego oddziaływania produkcji tych związków na środowisko, przy co najmniej utrzymaniu wskaźników ekonomicznych produkcji. Przegląd trendów rozwoju wymienionych technologii i wskazanie kierunków koniecznych badań prowadzących do zmniejszenia ilości generowanych odpadów i poprawy poziomu technologiczno – technicznego przemysłu nieorganicznego zamieszczono w rozdziale [3] raportu końcowego Projektu.

Analiza SWOTC kluczowych technologii – badanie eksperckie na potrzeby analizy trendów

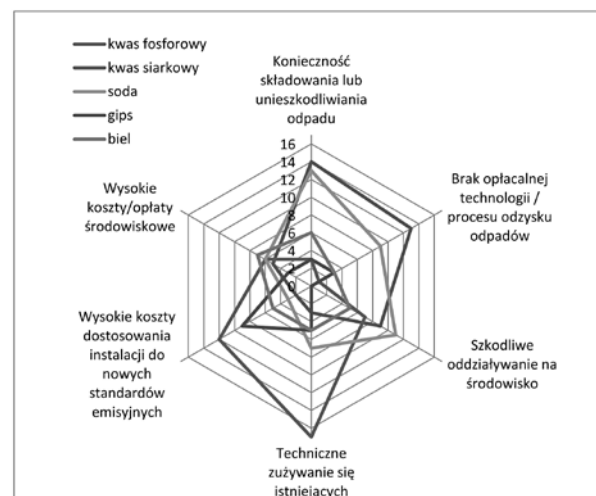
Analiza SWOTC jest rozszerzeniem powszechnie znanej metody SWOT, wprowadzona i zastosowana po raz pierwszy w projekcie finansowanym ze środków 5. Programu Ramowego UE FISTERA (*Foresight of the Information Society in European Research Area*) [4]. Pozwala na diagnozę stanu i tworzenie koncepcji strategicznej. Jest analizą słabych i mocnych stron oraz szans, zagrożeń i wyzwań (ang. *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, Challenges analysis*). Wyróżnia się w niej, obok możliwości i zagrożeń, także działające w przyszłości wyzwania, które mogą przekształcić się zarówno w możliwości jak i w zagrożenia, w zależności od podejmowanych decyzji lub zdarzeń niezależnych od decydenta [1]. Analiza SWOTC dla pięciu wymienionych wyżej kluczowych technologii została wykorzystana do analizy trendów, posłużyła do oceny wpływu ewolucji technologii na wytwarzanie odpadów nieorganicznych w przemyśle chemicznym. Była też podstawą generowania scenariuszy rozwoju. Formularze SWOTC z tym samym zestawem cech predefiniowanych dla wszystkich technologii, do wyboru przez eksperta, przygotowane przez zespół IChN,

wypełniło 25 ekspertów projektu. Jako mocne strony wspomnianych technologii wymieniane były najczęściej: doświadczenie technologiczne i stabilna pozycja na rynku produktu; słabymi stronami były: brak krajowego surowca dla bieli i kwasu fosforowego, dla wszystkich technologii kluczowych: zużywanie się instalacji, problemy ze składowaniem odpadów i z emisjami. Szanse upatrywano w nowych lub modernizowanych technologiach a zagrożenia w zaostrzeniu prawa środowiskowego. Wyzwaniem jest najczęściej konkurencja z krajów pozaunijnych. Ze szczegółowymi wynikami można się zapoznać na stronach projektu: www.inorganicwaste.eu.

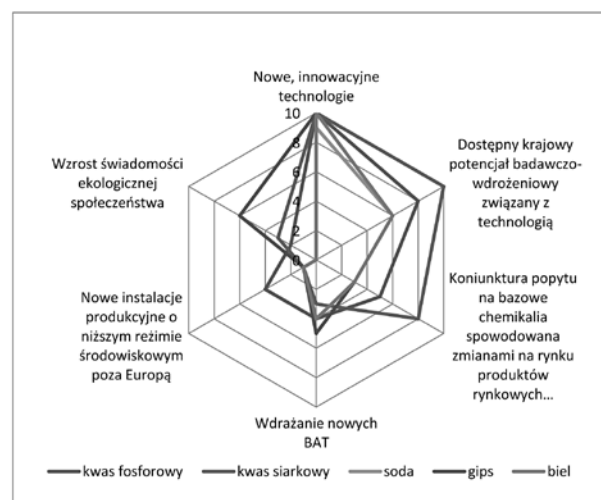
Wyniki analizy SWOTC przedstawiono graficznie na Rysunkach 1 ÷ 5.



Rys. 1. Silne strony kluczowych technologii w ocenie ekspertów



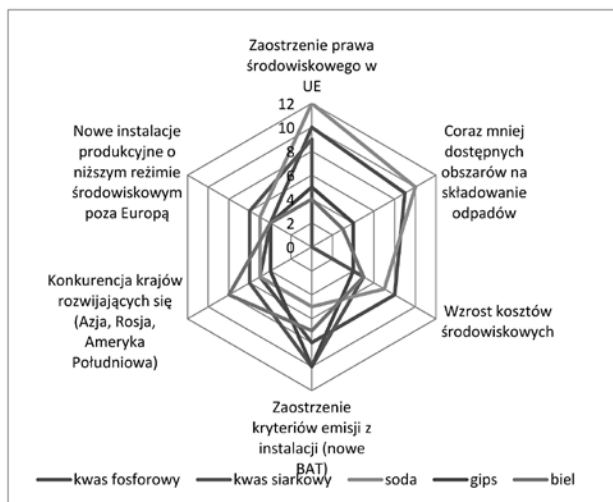
Rys. 2. Słabe strony kluczowych technologii w ocenie ekspertów



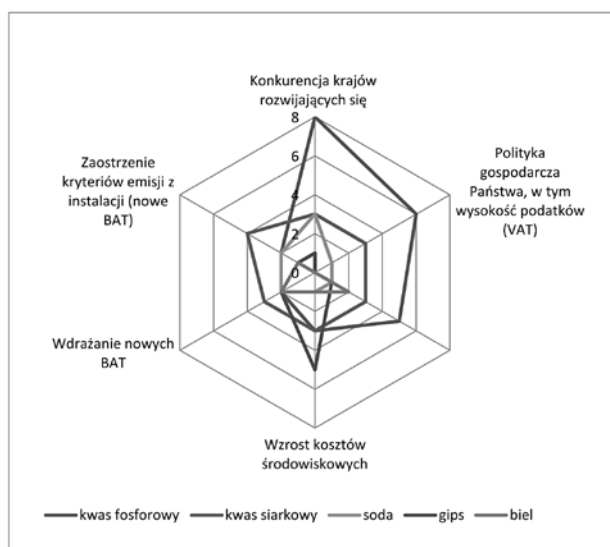
Rys. 3. Szanse dla kluczowych technologii

Skrócone scenariusze rozwoju

SCENARIUSZ	INTENSYWNY ROZWÓJ	STABILNY WZROST	SCENARIUSZ TURBULENCJI SPOŁECZNO EKONOMICZNYCH
Zakładany wzrost PKB, średnio rocznie	3,5- 4,5%	2,0-3,0%	Naprzemian cykle wzrostu (3-5% rocznie) i kryzysu (0-1,5%)
Produkcja chemikaliów	Biopaliwa i biomasa wzrost do 5-7% rocznie 1-2% wzrost nawozy i soda Pozostałe bazowe nieorganiczne – na poziomie 2011 r.	Spadek produkcji chemikaliów nieorganicznych o 0,3-0,5% rocznie	Zmiany skokowe na przemian wzrosty i spadki; destabilizacja rynku; długoterminowo spadek produkcji chemicznej
Wytwarzanie odpadów nieorganicznych/rok	Do 2020 r. wzrost proporcjonalny do produkcji chemikaliów bazowych; Od 2020 r. spadek o 2-4% rocznie	Spadek szybszy niż tempo wzrostu produkcji -3-5% rocznie	Spadek ilości wytwarzanych odpadów na skutek spadku produkcji proporcjonalnie do produkcji
Stopień odzysku odpadów	Wzrost stopnia odzysku odpadów od 2020 r.	Niewielki wzrost stopnia odzysku (10-20% w stosunku do 2011 r.)	Bez większych zmian w stosunku do obrazu roku 2011 r.
Technologie	Rozwój biotechnologii, nanotechnologii, nawozy CRP	Stabilizacja – brak istotnego rozwoju. Koncentracja środków na zapobieganiu emisjom; zmiany w energetyce firm chemicznych	Brak rozwoju; Utrzymanie produkcji związanych z branżami mniej podatnymi na turbulencje społeczno-ekonomiczne, np. kwas siarkowy z produkcji metali nieżelaznych, instalacje sanitarnego oczyszczania spalin
Polityka ekologiczna UE	Ograniczone w stosunku do projektu wdrażanie Dyrektywy IED i ETS; Kontynuacja REACH i CLP; Monitoring odpadów przemysłowych	Wdrażanie w pełnym zakresie, ETS bez ulg dla gospodarek opartych o energetykę węglową; IED przyjmie wskaźniki emisyjne dla najlepszych instalacji bez względu na uwarunkowania społeczno-polityczne	Wdrażanie na zasadach uzgodnionych (w pełnym zakresie)
Zmiany w strukturze produkcji	Koncentracja przemysłu chemicznego; wzrost potencjału polskich grup kapitałowych Wzrost produkcji biopaliw i biomasy; wzrost produkcji nawozów (1-2% rocznie), utrzymanie produkcji kwasu fosforowego w Polsce; utrzymanie produkcji sody; zmniejszanie się ilości firm małych wytwarzających chemikalia	Zamykanie niektórych instalacji; inwestycje w sprzęt kontrolno-pomiarowy; ściślejszy monitoring ekologiczny, zmiana struktury produkcji nawozów- rozwój nawozów o większej efektywności działania;	Zamykanie niektórych zakładów z powodów ekonomicznych
Badania i rozwój	Nakłady: 1,7%PKB do 2020 3% w 2030 Rozwój ośrodków naukowych w Polsce	Suma środków 2011-2020 ok. 0,9 mld PLN Krajowa oferta innowacyjnych technologii będzie niewystarczająca	Ograniczenie środków na badania w latach kryzysowych. Ograniczenie badań, spadek zatrudnienia w krajowych ośrodkach badawczych



Rys. 4. Zagrożenia kluczowych technologii w ocenie ekspertów



Rys. 5. Wyzwania dla kluczowych technologii

Badania eksperckie – analiza Delphi

Celem badań delfickich jest uzyskanie od kompetentnych ekspertów informacji niedostępnych w innych źródłach oraz weryfikacja danych i ocen z tych źródeł. Szczególnie chodziło o identyfikację priorytetów kierunków rozwoju technologii i ocenę ich realności w warunkach polskiego przemysłu nieorganicznego, określenie realnych terminów wdrażania innowacji w warunkach krajowych oraz o utworzenie bazy eksperckiej przydatnej również w późniejszych projektach z zakresu technologii nieorganicznych. Badanie realizowane było techniką ankiety internetowej *on-line*. Komitet Sterujący Projektu zakwalifikował do udziału w badaniu 114 osób, uzyskano łącznie 72 pełnowartościowe ankiety przekazane do analizy wyników. Eksperti wypełniali złożoną ankietę *on-line*, w której: weryfikowali zadane hipotezy (tzw. tezy delfickie), wypowiedzieli się na temat zdarzeń o charakterze subiektywnym, tj. niepodlegającym opisowi w postaci modeli ilościowych, określali wartości kluczowych parametrów oraz prawdopodobieństwa zdarzeń, formułowali prognozy na temat przyszłego rozwoju danej dziedziny w perspektywie czasowej 20-25 lat, określając horyzonty czasowe i prawdopodobieństwa zajścia zadanych zdarzeń, opisywali spodziewany rozwój technologii i badań, określali czynniki wzrostu, a także formułowali syntetyczne sądy na temat trendów i zdarzeń, które są sumą niesformalizowanych przemyśleń i całokształtu wiedzy danego eksperta. W trakcie II rundy, do której wybrano 42 osoby, weryfikowano tezy niepewne co do interpretacji oraz sformułowano kilka dodatkowych tez uściślających wyniki I rundy.

Uzupełniające badania eksperckie – dyskusje panelowe

Badania Delphi uzupełniono materiałami z przeprowadzonych 5 dyskusji panelowych poświęconych następującym tematom:

- Aspekty środowiskowo-społeczne związane z gospodarką odpadami nieorganicznymi i z działalnością przemysłu chemicznego
- Odpady jako wyzwanie dla przemysłu chemii nieorganicznej [5]
- Analiza kluczowych technologii generujących główne odpady nieorganiczne [6]
- Współczesna rola tradycyjnych technologii nieorganicznych dla przemysłu, także dla innych branż i w charakterze technologii sanitarnych – dyskusja z udziałem młodzieży akademickiej i młodych pracowników Wydziału Chemii Politechniki Śląskiej
- Podsumowanie badań delfickich przed przystąpieniem do opracowania scenariuszy rozwoju gospodarki odpadami nieorganicznymi w Polsce.

Uzupełnieniem są także analizy eksperckie i badania literaturowe opracowane w dokumenty dostępne na stronie projektu. Są to:

- Raport wiedzy „Problem odpadów nieorganicznych a rozwój przemysłu chemicznego w Polsce”
- Prognoza rozwoju przemysłu chemicznego w Europie ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu nieorganicznego i nawozowego
- Raport: „Odpady stałe z wapniowych procesów odsiarczania gazów odlotowych”.

Analiza danych statystycznych i ważniejszych prognoz dotyczących kondycji i perspektyw przemysłu nieorganicznego

Jako dane obiektywne wykorzystano wskaźniki makroekonomiczne na podstawie danych GUS i Eurostatu, a w zakresie branżowym PIPC, CEFIC, Europe Fertilizers, dostępne dane spółek giełdowych. Przeanalizowano wyniki zrealizowanych foresightów, w tym FNP Polska 2020 oraz materiały i programy Komisji Europejskiej (np. Europa 2020).

Kompleksowa analiza wyników badań i budowa scenariuszy

Zgromadzone dane pozwoliły na wygenerowanie metodami opisanymi w [7] scenariuszy elementarnych, które sklasteryzowano, a następnie z nich wyłoniono trzy scenariusze końcowe. Skróconą wersję scenariuszy końcowych przedstawiono w postaci tablicy.

Rezultaty Projektu – skrócone scenariusze rozwoju

Skrócone scenariusze będące efektem końcowym badań przedstawiono tabelarycznie.

Pełne wersje scenariuszy końcowych i rekomendacji dla decydentów sporządzonych na podstawie spostrzeżeń dla ekspertów są dostępne w wersji książkowej [8] oraz na stronie Projektu.

Literatura

1. Skulimowski A., Okoń-Horodyńska E.: *Podstawy metodologiczne foresightu technologicznego. Możliwość zastosowania rezultatów badawczych foresightu w przedsiębiorstwach sektora chemii nieorganicznej*, s. 237-269; w B. Cichy (red.), *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – Foresight technologiczny*, 2012, Cursiva, ISBN 978 83 62108 12 1.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27.09.2001 w sprawie katalogu odpadów, Dz.U. 112, poz. 1206 z późn. zm.
3. Waławska B., Grzesiak P., Gluźnińska J.: *Technologie produktów nieorganicznych generujących główne odpady kluczowe dla projektu i ich trendy rozwoju*. s. 85-128 w B. Cichy (red.), *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – Foresight technologiczny*, 2012, Cursiva, ISBN 978 83 62108 12 1.
4. Skulimowski, A.M.J. (2006). *Framing New Member States and Candidate Countries Information Society Insights*. W: *Prospects for a Knowledge-*

Based Society In The New Members States And Candidate Countries. Red. Compano, R., Pascu, C. Publishing House of the Romanian Academy, s. 9-51.

5. *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny*. Materiały konferencyjne z sesji 3 XI Ogólnopolskiej Szkoleniowej Konferencji Naukowo Technicznej „NOWOCZESNE PROGRAMY EKOLOGICZNE: OCHRONA ŚRODOWISKA przepisy, interpretacje, Rozwiązania, trendy” organizowanej przez realizatorów Projektu „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny”, CHEMIK 2010, **63**, 12, 831 – 837.
6. *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny. Panel technologiczny. Relacja z dyskusji panelowej*. CHEMIK 2011, **65**, 5, 457 – 465.
7. Skulimowski A.M.J., Cichy B., *Wyznaczenie scenariuszy odpadów nieorganicznych przemysłu chemicznego Polsce do roku 2030 na podstawie wyników analizy delfickiej*, s. 341-401; w B. Cichy (red.), *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – Foresight technologiczny*, 2012, Cursiva, ISBN 978-83-62108-12-1.
8. *Scenariusze i rekomendacje „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny” 2011*, Cursiva, ISBN 978 83 62108 15 2, stron 28, nakład 150 egzemplarzy.

Realizatorzy Projektu serdecznie dziękują ekspertom zaproszonym do współpracy za poświęcony czas i zaangażowanie. Bez ich pomocy nie udało się zrealizować Projektu w pełnym zakresie.



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Lista ekspertów zamieszczona została w broszurze „Scenariusze i rekomendacje – Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny” wydanej przez wydawnictwo Cursiva oraz na stronie:

<http://www.inorganicwaste.eu/dokumenty/Liste%20ekspertow.pdf>

Badania wykonano w ramach projektu nr WND-PO-IG.01.01.01-00-009/09 pt. „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny” współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 – 2013.

Dr inż. Barbara CICHY jest adiunktem – kierownikiem Zakładu Syntezy Nieorganicznej i Ochrony Środowiska w Oddziale Chemii Nieorganicznej Instytutu Nawozów Sztucznych w Gliwicach. Jest kierownikiem badań w projekcie WND-POIG.01.01.01 00 009/09 „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny”. Specjalność – technologia nieorganiczna.